

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 717 619

②1 N° d'enregistrement national : 94 03211

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : H 01 J 35/10//A 61 B 6/02

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫

②2 Date de dépôt : 18.03.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 22.09.95 Bulletin 95/38.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société anonyme dite: GE MEDICAL  
SYSTEMS — FR.

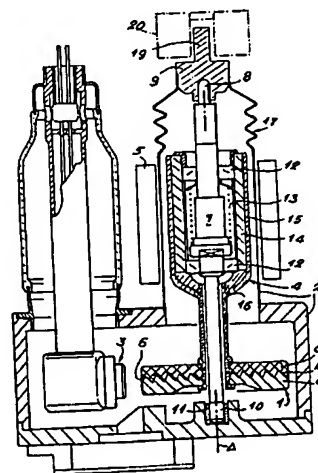
⑦2 Inventeur(s) : Gabbay Emile — Cabinet Ballot-Schmit.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Ballot-Schmit.

⑤4 Tube à rayons X à spectre de raies d'intensité relative variable.

⑤7 L'invention concerne un tube à rayons X dont l'enve-  
loppe cylindrique métallique mince entourant l'ensemble  
rotorique, constitué par un axe fixe (7), un rotor (4) et une  
anode (1) tournante, a une partie déformable (17) le long  
de l'axe ( $\Delta$ ) de rotation de l'anode (1), le tube comportant  
de plus des moyens de déplacement contrôlé de l'ensem-  
ble rotorique le long de cet axe ( $\Delta$ ).



FR 2 717 619 - A1



TUBE A RAYONS X A SPECTRE  
DE RAIES D'INTENSITE RELATIVE VARIABLE

La présente invention concerne un tube à rayons X dont le spectre d'émission peut être modifié de façon spécifique lorsque la partie utile du spectre se situe autour des raies caractéristiques de l'élément  
5 constituant l'anode du tube. Cette invention s'applique tout particulièrement à la mammographie.

En radiographie, les matériaux usuels des anodes de tube à rayons X, tel que le Tungstène, obligent à utiliser le rayonnement du fond continu que l'on peut modifier par  
10 une association de verre et d'un filtre d'Aluminium. Dans ce cas, l'énergie moyenne du faisceau n'est plus réglable qu'au moyen de la tension appliquée au tube et on ne peut augmenter le nombre de photons d'énergie moyenne sans modifier simultanément cette énergie  
15 moyenne ce qui est un inconvénient pour la mammographie. Une première amélioration a consisté à utiliser des filtres spécifiques, en Molybdène par exemple, mais leur épaisseur doit être importante pour absorber les raies L, de 12 à 13 keV, qui participent à la dose  
20 absorbée sans participer à l'image, et croît relativement vite avec la tension d'excitation du tube. Les photons émis par l'anode ne remplissent cependant pas plus la bande d'énergie de la discontinuité spectrale du filtre et la perte en photons est très  
25 importante.

Une seconde amélioration a consisté à réaliser l'anode du tube à partir d'un matériau dont les raies caractéristiques  $K_{\alpha}$  et  $K_{\beta}$  sont voisines de 20 keV, pour assurer un bon contraste lors de la radiographie  
30 mammaire. C'est pourquoi la mammographie utilise généralement des couples anode-filtre dont les matériaux

sont de même nature, en Molybdène ou bien encore en Rhodium par exemple. Plus récemment a été envisagée l'utilisation d'un filtre ne laissant passer que la raie  $K_{\alpha}$  et éliminant la raie  $K_{\beta}$ , dont le matériau présente une limite d'absorption comprise entre les deux raies  $K_{\alpha}$  et  $K_{\beta}$  émises par l'anode, réalisée par exemple en Molybdène alors que le filtre est en Niobium. Cependant, l'énergie des photons participant à l'image reste dans une très large mesure indépendante de la tension d'excitation appliquée au tube à rayons X, contrairement au cas des tubes pour radiographie classique précédemment décrits utilisant le spectre du fond continu.

Actuellement, le radiologue voulant faire de la mammographie ne dispose que de peu de possibilités. S'il dispose d'un tube à rayons X dont l'anode et le filtre sont de même nature, en Molybdène par exemple, les images seront très bonnes avec un bon contraste dans le cas de seins peu denses et de petites dimensions; par contre, le contraste sera trop grand, faisant disparaître les détails dans les parties denses, dans le cas de seins denses ou épais. Dans ce dernier cas, l'utilisation d'une raie spectrale de plus grande énergie permet de traverser les parties denses mais n'est pas une bonne solution dans le cas plus général des seins ayant des parties de différentes densités, car alors elle diminue le contraste des zones peu denses.

La demande de brevet français n° 92 12361 du 15 octobre 1992 au nom de la Demanderesse concerne une anode tournante composite, dont le but est d'améliorer la qualité de l'image obtenue en radiologie, en agissant sur le spectre de rayonnement X émis par le tube qui est plus ou moins riche en raies spectrales de l'un ou

l'autre élément composant l'anode suivant la position relative de la cathode et de l'anode. Toutefois, le rapport des intensités d'une raie par rapport à l'autre est choisi au préalable lors de la construction du tube et devient une constante de construction du tube.

Le but de la présente invention est de résoudre cet inconvénient en proposant un tube à rayons X dont le rapport relatif des intensités des raies peut être modifié par l'utilisateur - le radiologue - en cours d'utilisation, autrement dit dont la piste focale a une position variable sur l'anode.

Pour cela, l'objet de l'invention est un tube à rayons X comportant, dans une enceinte métallique sous vide poussé, une cathode reliée à une très haute tension et un ensemble rotorique relié à la masse électrique comprenant un axe fixe dont une des extrémités est solidaire de l'enceinte par un pied anode, un rotor guidé autour dudit axe et un stator entourant le rotor à l'extérieur de la partie de l'enceinte réalisée sous forme d'enveloppe cylindrique mince de l'ensemble rotorique, caractérisé en ce que ladite enveloppe cylindrique de l'ensemble rotorique a une partie déformable le long de l'axe de rotation de l'anode et en ce que le tube comporte de plus des moyens de déplacement contrôlés de l'ensemble rotorique le long dudit axe de rotation de l'anode.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description suivante de deux exemples particuliers de réalisation d'un tube à rayons X, illustrée par les dessins ci-annexés dans lesquels les figures 1 et 2 sont deux vues schématiques en coupe longitudinale de ces deux exemples particuliers de réalisation d'un ensemble rotorique d'un tube à rayons X selon l'invention.

Les éléments portant les mêmes références dans les deux figures remplissent les mêmes fonctions en vue de mêmes résultats.

Selon la figure 1, un tube à rayons X pour la  
5 mammographie, dont l'anode 1 est un disque composite,  
réalisé à partir de deux matériaux de différentes  
natures, comprend une enceinte 2 métallique sous vide  
poussé ( $10^{-7}$  à  $10^{-8}$  Torr) dans laquelle sont montées  
ladite anode 1 et une cathode 3 portée à très haute  
10 tension.

L'anode 1 est solidaire d'un rotor 4 par l'intermédiaire  
d'un écrou, constituant ainsi un ensemble rotorique  
électriquement à la masse. Le tube est monté dans une  
gaine métallique remplie d'huile destinée à assurer  
15 l'isolation électrique, le refroidissement du tube et la  
protection contre les rayonnements de fuite. Un stator 5  
triphasé, solidaire mécaniquement de la gaine  
protectrice et alimenté sous 250 Volts par un démarreur  
extérieur à la gaine, assure la rotation de l'anode. Le  
20 ou les foyers du rayonnement X sont les points situés  
sur la tranche 6 du disque de l'anode 1 qui sont  
bombardés par les électrons émis par la cathode 3.  
Plus précisément, l'ensemble rotorique comprend un axe  
fixe 7, dit axe supérieur, lié à l'enceinte 2 du tube  
25 d'une part par vissage d'une de ses extrémités 8 dans le  
pied anode 9 et d'autre part par serrage de son autre  
extrémité 10 au moyen d'une bague élastique 11 la  
maintenant dans le corps du tube. Autour de cet axe 7,  
le rotor 4 est guidé par deux roulements 12 à contact  
30 oblique. Un système de rattrapage de jeu, compensant les  
différences de température entre l'axe fixe 7 porteur de  
bagues internes et le rotor porteur de bagues externes,  
utilise un ressort 13 de précontrainte qui agit sur la  
bague interne de l'axe fixe 7, côté pied anode 9. Le

rotor 4 est constitué par un arbre dont la partie interne est en acier 14 et la partie externe en Cuivre 15. Cet arbre est relié au disque de l'anode 1 par une queue 16 en alliage de Molybdène (TZM), la  
5 liaison étant assurée par un écrou en Niobium ou en Tantale.

La position dans l'espace du foyer du rayonnement X ne dépend que du faisceau d'électrons émis par la cathode, aussi l'invention permet-elle de modifier la position  
10 relative de la couronne focale sur l'anode le long des trois zones a, b et c définies sur la tranche de l'anode, la zone a correspondant au premier matériau A de l'anode, la zone c correspondant au second matériau B et la zone intermédiaire b correspondant à  
15 l'alternance de ces deux matériaux A et B.

Pour cela, l'anode 1 doit pouvoir se déplacer le long de son axe de rotation  $\Delta$ . A cet effet, la partie mince de l'enceinte métallique 2 qui entoure l'ensemble rotorique comporte une partie souple et déformable 17 entre le  
20 rotor 4 et le pied anode 9, en forme de soufflet par exemple. L'extrémité 8 de l'axe fixe 7, qui est vissée dans le pied anode 9, se prolonge au-delà du rotor vers le pied anode sur une longueur équivalente à la hauteur du soufflet comprimé. Le pied anode 9 est réalisé en fer  
25 doux et comporte une protubérance 19 destinée à plonger dans le champ créé par une bobine magnétique 20 placée à l'extrémité du tube. Quand le tube est sous vide et la bobine 20 non alimentée électriquement, le soufflet est comprimé au minimum, l'extrémité 8 de l'axe reste à  
30 l'extérieur de l'ensemble rotorique de telle sorte que le foyer du rayonnement X est créé sur la zone a extrême de l'anode. Quand un courant électrique passe dans la bobine magnétique 20, le pied anode 9 est repoussé à l'extérieur de celle-ci de sorte que le soufflet est comprimé et l'anode est déplacée devant le faisceau

d'électrons émis par la cathode de la zone a vers la zone b. La position de la couronne focale sur l'anode varie le long de la tranche de l'anode 1 en fonction de la valeur choisie pour le champ magnétique de répulsion  
5 créé par la bobine.

La figure 2 est une vue en coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation d'un tube selon l'invention, pour lequel le déplacement de l'anode le long de son axe de rotation  $\Delta$  est assuré par un moteur avec  
10 réducteur 21, par l'intermédiaire d'un limiteur de couple 22, d'une courroie crantée associée à des poulies 23, d'un moyeu cylindrique 24 et d'une vis 25 solidaire du pied anode. Dans ce cas, le pied anode est solidaire de la partie rectiligne indéformable de  
15 l'enceinte métallique 2 et c'est la vis 25 qui se déplace, entraînant l'axe fixe du rotor.

Ainsi, grâce à cette enveloppe cylindrique de l'ensemble rotorique du tube à rayons X, déformable le long de l'axe de rotation de l'anode, associée à des moyens de  
20 déplacement de ladite anode le long de son axe de rotation, l'invention permet au radiologue de modifier le spectre d'émission de son tube en fonction de la mammographie qu'il doit effectuer, puisqu'il peut modifier le rapport relatif des intensités des raies du  
25 spectre de rayonnement X.

## REVENDEICATIONS

1. Tube à rayons X comportant, dans une enceinte (2) métallique sous vide poussé, une cathode (3) reliée à une très haute tension et un ensemble rotorique relié à la masse électrique comprenant un axe fixe (7) dont une  
5 des extrémités (8) est solidaire de l'enceinte (2) par un pied anode (9), un rotor (4) guidé autour dudit axe (7) et une anode tournante (1) reliée audit rotor (4), et un stator (5) entourant le rotor (4) à l'extérieur de la partie de l'enceinte (2) réalisée sous  
10 forme d'enveloppe cylindrique mince de l'ensemble rotorique, caractérisé en ce que ladite enveloppe cylindrique de l'ensemble rotorique a une partie déformable (17) le long de l'axe ( $\Delta$ ) de rotation de l'anode (1) et en ce que le tube comporte de plus des  
15 moyens de déplacement contrôlés de l'ensemble rotorique le long dudit axe de rotation de l'anode.

2. Tube à rayons X selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie déformable (17) de l'enveloppe  
20 cylindrique métallique de l'ensemble rotorique a la forme d'un soufflet.

3. Tube à rayons X selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de déplacement  
25 sont constitués par une bobine magnétique (20) placée autour du pied anode (9) réalisé en fer doux et en ce que l'axe fixe (7) de l'ensemble rotorique se prolonge au-delà du rotor, vers le pied anode (9) sur une longueur équivalente à la hauteur du soufflet comprimé  
30 placé entre le rotor (4) et le pied anode (9).



4. Tube à rayons X selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de déplacement sont constitués par une vis (25) reliée à l'axe fixe (7) de l'ensemble rotorique à travers le pied anode (9) se déplaçant le long de l'axe sous l'action d'un moteur (21) avec réducteur, par l'intermédiaire d'un limiteur de couple (22) agissant sur une courroie crantée passant dans des poulies (23) et en ce que le soufflet est placé entre le pied anode (9) et l'extrémité de l'enceinte, le long de la vis (25).

5. Tube à rayons X selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'anode tournante (1) est composée de deux matériaux distincts (A et B), définissant trois zones (a, b, c) sur la tranche de l'anode, une zone (a) correspondant au premier matériau (A) de l'anode, une zone (c) correspondant au second matériau (B) et une zone intermédiaire (b) correspondant à l'alternance de ces deux matériaux (A, B).

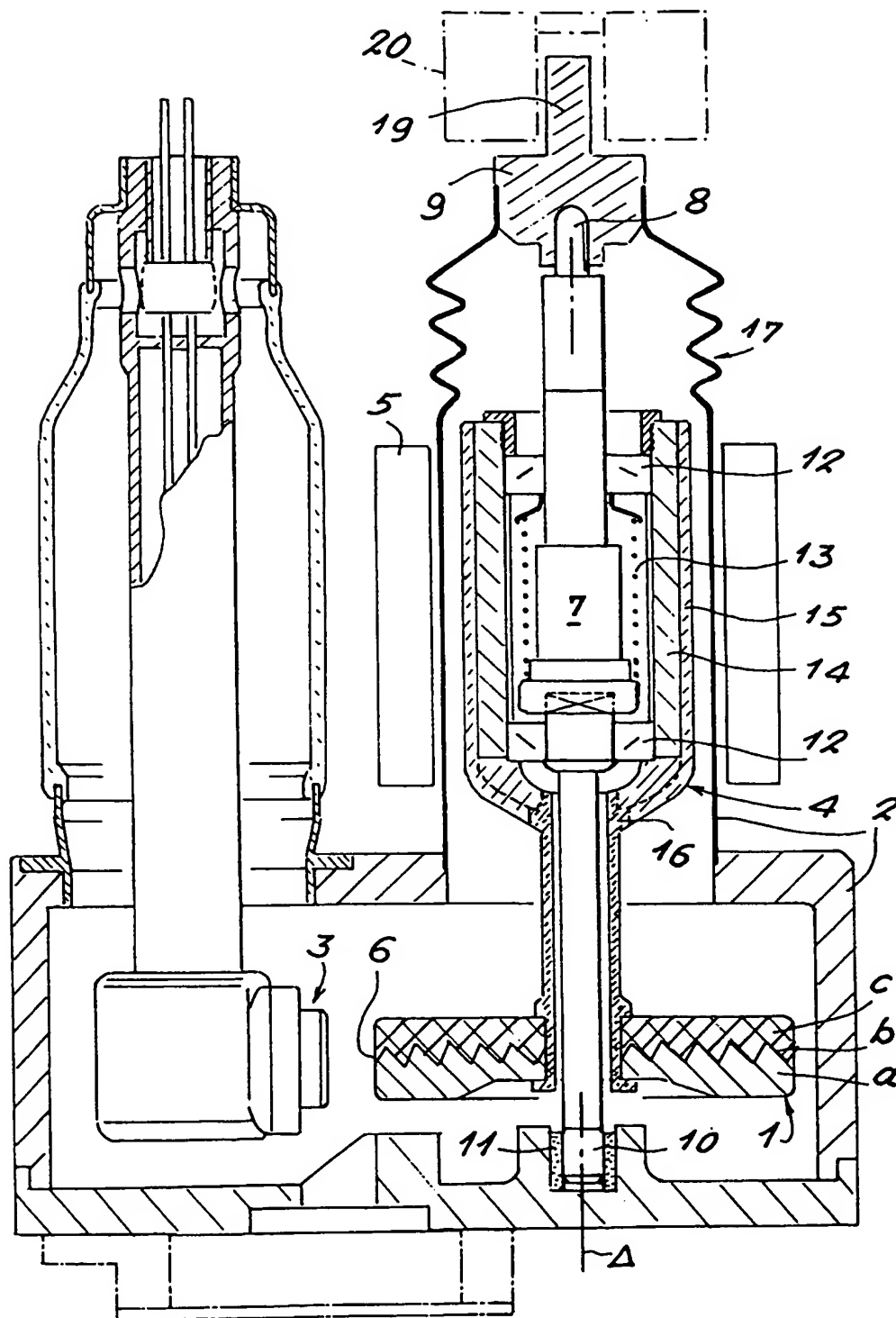
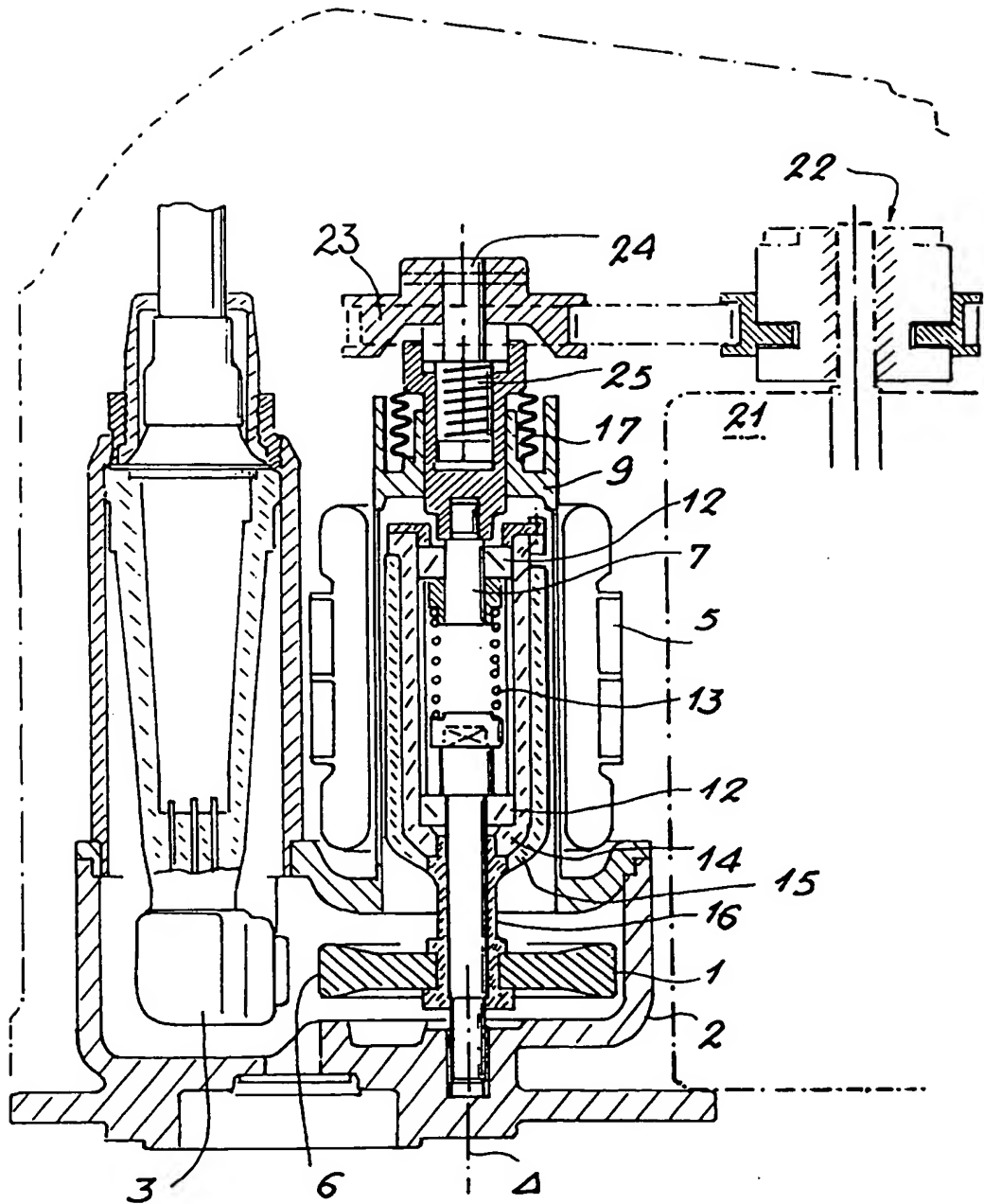


FIG. 1

FIG. 2



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 499935  
FR 9403211

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	US-A-4 162 420 (GRADY) * colonne 2, ligne 11 - ligne 38 * * colonne 3, ligne 65 - colonne 4, ligne 9 * * figures *	1,2
A	---	3
Y	DE-A-22 52 911 (SIEMENS AG) * page 3, dernier alinéa - page 4, colonne 1 * * page 5, dernier alinéa * * page 8, dernier alinéa *	1,2
A	---	4
A	DE-C-692 818 (ELECTRICITÄTSGESELLSCHAFT "SANITAS" MBH) * page 1, ligne 37 - ligne 48 * * page 2, ligne 3 - ligne 9 *	1
A	---	1
A	US-A-3 836 805 (KOK) * colonne 1, ligne 23 - ligne 31 * * figure *	1
A	---	5
A	US-A-3 229 089 (SASAO ET AL.) * colonne 1, ligne 15 - ligne 34 * * colonne 2, ligne 20 - ligne 36 * * colonne 3, ligne 35 - ligne 40 * -----	5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
		H01J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
2 Décembre 1994		Colvin, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant		